

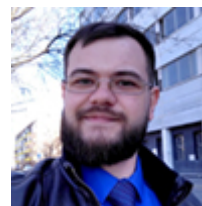
Учёные-металлурги СФУ определили наилучший состав самой «экстремальной» стали

Учёные Института цветных металлов СФУ определили оптимальный химический состав стали Гадфильда, чтобы повысить ударную вязкость этого материала. Проанализировав влияние легирующих добавок (марганца, кремния и хрома) на свойства стали, эксперты применили инструменты математической статистики и прогнозирования, чтобы выяснить, какая пропорция этих элементов в составе сплава улучшит эксплуатационные свойства стали Гадфильда.



Сталь Гадфильда считается одним из самых интересных материалов в металлургии. Это первая легированная, с высоким содержанием углерода и марганца сталь, которая массово выпускается и находит широкий спектр применения. Материал используют в самых сложных условиях: сталь Гадфильда имеет отличную износостойкость при ударах, высоком давлении и перепадах температуры. Она подходит для использования в агрессивных средах и экстремальных условиях, в том числе для изготовления деталей горного, дробильного и размольного оборудования; сердечников для прокатки труб; гусеничных траков и всех устройств, где требуется повышенная устойчивость к абразивному истиранию и ударному разрушению.

«Известно, что свойства материала напрямую зависят от его химического состава. Мы можем управлять им с помощью введения легирующих добавок — если удастся найти нужное соотношение, можно значительно увеличить эксплуатационные показатели материала. Мы определили оптимальный химический состав стали 110Г13Л (стали Гадфильда), учитывая требования к величине ударной вязкости, проанализировали данные по диапазону основных элементов (углерода и марганца). Методы математической статистики подтвердили, что уточненный химический состав ($Fe-1,1C-12,87Mn-0,6Si-0,4Cr$) будет действительно хорош для применения в экстремальных условиях», — сообщил соавтор исследования, старший научный сотрудник лаборатории физикохимии металлургических процессов и материалов СФУ Александр Косович.



Чтобы достичь свойств, за которые так ценится эта «суперсталь» - низкой теплопроводности, высокой ударной вязкости и высокой износостойкости, требуется многократная термообработка. Упрочнение материала также достигается взрывным или электрофизическими методами. Эти методы (особенно, взрывной) несут высокие риски для рабочих. Гораздо более простым решением может стать оптимизация химического состава стали.

Учёные Института цветных металлов СФУ в производственных условиях выплавили сталь Гадфильда и получили линейку литых заготовок, которые имели разный состав из-за разных пропорций легирующих добавок. Далее была проведена термообработка заготовок в режиме, который обычно применяется на производстве. Вырезав образцы для определения ударной вязкости, учёные провели статистический анализ результатов и установили наиболее подходящий химический состав, который обеспечит готовым изделиям длительный срок службы и максимальную «выносливость».

«Изучив 28 образцов, в частности, их ударную вязкость, мы оценили влияние взаимодействия добавок и скорректировали их значения под заданные параметры с помощью особых методик анализа данных. Благодаря технологически верным операциям приготовления расплава, серы и фосфора в составе образцов было очень мало, ими можно пренебречь. Железо, марганец и хром волновали в большей степени. Полученная в результате экспериментов и расчётов система Fe-1,1C-12,87Mn-0,6Si-0,4Cr имеет потенциал для дальнейшего преобразования. В ней можно гибко варьировать количество магния, чтобы синтезировать более экономные составы высокомарганцевых сталей. А вот с кремнием следует быть осторожнее — при увеличении содержания этого элемента свойства стали снижаются», — продолжил **Александр Косович**.

Учёный сообщил, что это исследование уже получило продолжение в контексте комбинированного легирования стали комплексом элементов Cr, Mo, Ni, в результате чего была подана заявка на патент.

Важный научный вклад в работы по «упрочнению» стали Гадфильда внесли учёные — специалисты по чёрной металлургии из СФУ — заведующий кафедрой литейного производства Сергей Беляев и молодой учёный Института цветных металлов Станислав Арапов.

Работа выполнена на базе лаборатории низкоуглеродной металлургии и энергетики в рамках государственного задания ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», организации-участника НОЦ «Енисейская Сибирь», в рамках национального проекта «Наука и университеты». Номер проекта FSRZ-2021- 0010

[Пресс-служба СФУ](#), 4 мая 2023 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/27666>